



Construction de tarifs de biomasse pour l'évaluation de la disponibilité ligneuse en zone de savanes au Nord-Cameroun.

Georges Smektala, Baptiste Hautdidier, Denis Gautier, Régis Peltier, Aboubakar Njiemoun, Np Tapsou

► To cite this version:

Georges Smektala, Baptiste Hautdidier, Denis Gautier, Régis Peltier, Aboubakar Njiemoun, et al.. Construction de tarifs de biomasse pour l'évaluation de la disponibilité ligneuse en zone de savanes au Nord-Cameroun.. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis, 2003, Garoua, Cameroun. 8 p. hal-00136994

HAL Id: hal-00136994

<https://hal.science/hal-00136994>

Submitted on 25 Apr 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Construction de tarifs de biomasse pour l'évaluation de la disponibilité ligneuse en zone de savanes au Nord-Cameroun

Georges SMEKTALA*, Baptiste HAUTDIDIER**, Denis GAUTIER**, Régis PELTIER*,
Aboubakar NJIEMOUN**, TAPSOU**

*ENGREF FRT BP 44494, 34093 Montpellier Cedex 5, France

**IRAD/PRASAC, BP 222, Maroua, Cameroun

Résumé — La mise en place des forêts communautaires, la gestion aux échelles locales et régionale des ressources ligneuses, et l'organisation de l'approvisionnement en bois de feu des zones urbaines au Nord-Cameroun, ne pourront se faire sans connaître la disponibilité en bois des espaces concernés. Le couplage de résultats d'inventaires forestiers à des tarifs de biomasse permet d'estimer cette disponibilité. La construction de tarifs de biomasse fraîche pour quatre des espèces (*Anogeissus leiocarpus*, *Acacia senegal*, *Acacia hockii*, *Acacia gerrardii*) principalement exploitées dans la région de Kaélé est présentée.

Abstract — **Drawing-up tree biomass tables for ligneous biomass assessment in sudano-sahelian woodlands of Northern Cameroon.** The creation of community forests, the management of ligneous resources to local and regional scale and the organisation of the fuelwood supply of urban areas will not be achieved in Northern Cameroon without an assessment of the woody resource in the concerned areas. The linkage of forest surveys with biomass regression equations allows such predictions. The drawing-up of freshly-cut biomass tables for four of the most harvested species in the region of Kaélé (*Anogeissus leiocarpus*, *Acacia senegal*, *Acacia hockii*, *Acacia gerrardii*) is thereby presented in this paper.

Introduction

Au Nord-Cameroun, l'utilisation du bois pour la cuisson des aliments est quotidienne pour la majorité de la population, quel que soit la position sociale ou le niveau économique. La demande sans cesse croissante de bois de feu et la diminution des surfaces productives sous l'effet des défrichements agricoles ont conduit à s'interroger sur les modalités d'approvisionnement des villes et à proposer une organisation de la filière bois de feu jusqu'à présent en grande partie informelle (Madi et al., 2000 ; Montagne, 1997). La loi forestière camerounaise de 1994, en instaurant la possibilité de création de forêts communautaires, que l'administration chargée des forêts entend développer à présent dans le nord du pays, offre la possibilité d'un transfert de gestion d'une partie de la ressource forestière de l'Etat à des communautés. Jusqu'à présent, la gestion des brousses par l'administration forestière s'est résumée à la délivrance d'autorisations d'exploitation et à un contrôle lâche des prélèvements, sans grand effet

régulateur sur la dynamique des ressources forestières (ENGREF, 2000). Cependant, le transfert de responsabilités aux communautés pourrait être de nature à changer la donne, avec l'émergence possible d'une gestion intentionnelle basée sur des principes de « bonne gouvernance ». Cette nouvelle gestion pourrait être basée sur des analyses objectives du milieu écologique, des peuplements et du milieu socio-économique, qui déboucheraient sur des propositions d'actions dûment négociées par tous les groupes d'intérêt en présence. Le rôle de ces informations objectives dans la conduite et l'aboutissement des négociations est primordial (Fischer *et al.*, 1982).

L'évaluation de la biomasse ligneuse disponible, ou disponibilité, a pour but de fournir une partie de cette information. Une première étape vers la connaissance raisonnée de la forêt à aménager consiste en effet à recueillir des informations qualitatives et quantitatives par le moyen d'un inventaire forestier (Lanly, 1981 ; Sylla, 1987 ; Pardé *et al.*, 1988 ; Cibien, 1997). Certaines données, comme la répartition du nombre de tiges par espèce et par catégorie de circonférence, peuvent être combinées avec des tarifs de cubage ou de biomasse (équations de calcul du volume ou de la biomasse de bois), afin d'estimer la disponibilité ligneuse sur un territoire. La construction de tarifs de biomasse fraîche pour quatre des espèces principalement exploitées est ici présentée. Ces quatre espèces sont parmi les principales inventoriées dans une brousse appropriée par le village de Gadas, en pays Moundang (70 km au sud de Maroua), un des villages de référence du Prasac. La construction de ces tarifs individuels permet donc d'estimer une grande partie de la biomasse qui pourrait être prélevée dans ce type de brousse.

Les présents travaux ont été menés dans le cadre de voyages d'étude réalisés par la formation foresterie rurale et tropicale de l'Ecole Nationale du génie rural des eaux et des forêts (ENGREF) en 2000, 2001 et 2002, en collaboration avec le Prasac et l'IRAD. Des étudiants de cette formation ont réalisé les mesures et une partie du traitement des données sous la direction des auteurs.

Matériel et méthodes

La construction d'un tarif de biomasse individuel consiste à établir une relation mathématique pour prédire la biomasse aérienne d'un arbre à partir d'une ou deux de ses variables dendrométriques. On a choisi ici d'établir des tarifs à une entrée (la circonférence à une certaine hauteur), avec pour sortie une biomasse fraîche, « sur écorce ». Le choix de la circonférence se justifie par la facilité de récolte de cette information, et par sa bonne liaison statistique avec la biomasse, qui sera justifiée *a posteriori*.

Choix des essences

Deux facteurs ont guidé le choix des espèces pour lesquelles a été établi un tarif : (1) les enquêtes sur l'utilisation des arbres de la brousse par les femmes qui ramassent ou coupent le bois, et sur les lieux de vente, ont permis d'établir une liste des essences les plus appréciées et les plus recherchées ; (2) les inventaires menés à Gadas et à Gazaro, deux villages du département du Mayo-Kani, ont permis d'établir une liste des espèces les plus représentées au sein des peuplements (ENGREF, 2000 ; ENGREF, 2002). C'est parmi les essences les mieux placées dans ces deux listes qu'ont été choisies celles sur lesquelles le travail a porté : *Acacia senegal*, *Acacia hockii*, *Acacia gerrardii*, *Anogeissus leiocarpus*.

Opérations et mesures

Les travaux ont été réalisés en saison sèche (février 2001 et 2002), période qui correspond à un arrêt de croissance des ligneux, et pendant laquelle le volume et la biomasse sont constants. Les arbres pris pour établir les tarifs ont été choisis de manière à optimiser la qualité de la régression, en répartissant l'échantillonnage sur l'ensemble des classes de circonférence rencontrées. Les arbres trop mal conformés par l'exploitation, fourchus dès la base, n'ont pas été retenus dans les échantillons.

Le protocole établi comprend deux types de mesures : 1) des mesures de circonférence avant abattage ; 2) des pesées de la biomasse fraîche après que l'arbre ait été abattu.

Mesure des circonférences

Sur chacun des arbres a été mesuré, au mètre ruban, avant la coupe, la circonférence du tronc, à 0,5 m de hauteur pour les acacias, et à la base de la tige pour *Anogeissus leiocarpus*.

Abattage et façonnage des arbres

Ils sont réalisés (jusqu'à la mise en fagot) par des femmes des villages avec les outils en usage localement (hache et machette) et selon leurs pratiques habituelles. Pour les acacias, c'est l'arbre entier qui est généralement coupé, sauf pour des diamètres supérieurs à 12-15 cm. Le cas de l'*Anogeissus* est différent car il donne lieu à une exploitation particulière. Les femmes qui vont récolter du bois de feu choisissent les branches à couper en fonction de leur diamètre : si une branche est jugée trop petite, elle est laissée et sera coupée plus tard ; si elle est jugée trop grosse, elle est laissée également et sera peut-être exploitée un jour comme bois de service. L'allure générale des pieds d'*Anogeissus* est déterminée par ce mode d'exploitation que l'on pourrait qualifier « d'émondage fureté ». Pour les besoins de la construction du tarif « biomasse totale », il a été demandé d'abattre les arbres en totalité, ce qui est rarement fait par des villageoises, mais peut l'être par des exploitants professionnels.

Séparation de la biomasse en compartiments

Deux compartiments sont distingués dans l'arbre : la biomasse exportable et celle laissée en brousse, la somme des deux donnant la biomasse aérienne totale (à la souche près, qui peut atteindre 20 à 30 cm de hauteur). Cette distinction est réalisée par les bûcheronnes qui séparent le bois qu'elles rapportent au village de celui qu'elles abandonnent (branches trop grosses pour rentrer dans la confection d'un fagot aisément transportable ou trop lourdes, rameaux et brindilles trop petits et trop encombrants à transporter au regard de leur valeur calorifique). Pour *Anogeissus leiocarpus*, certaines grosses branches ou troncs (diamètre supérieur à 12-15 cm) laissés sur place seront éventuellement emportés plus tard par les hommes pour la construction de charpentes, si leur forme le permet. On a donc :

- la biomasse exportable, qui correspond à une certaine gamme de diamètres que les femmes recherchent pour le bois de feu: de 6 cm à 10 cm de côté « gros bout » ;
- la biomasse laissée en brousse qui comprend le bois trop gros pour être utilisé directement dans le foyer (notamment pour *Anogeissus* qui est difficile à fendre) et les branches dont le diamètre est inférieur à environ 5 cm côté « gros bout » et qui ne sont pas emportées pour allumer le feu ni pour d'autres usages.

Il convient de noter que cette partition de la biomasse en compartiments est fonction des pratiques locales d'exploitation, déterminées en partie par la pression sur la ressource. Dans d'autres lieux, la proportion de bois qui sera ramenée au village pourra être sensiblement plus importante si la ressource est plus difficile à mobiliser et le choix des brins disponibles plus restreint.

Pesée de la biomasse fraîche

Elle est faite sur la coupe juste après l'abattage, à l'aide de 2 pesons, l'un pour les poids importants, l'autre de précision pour les poids inférieurs à 2 kg.

Construction du tarif de biomasse

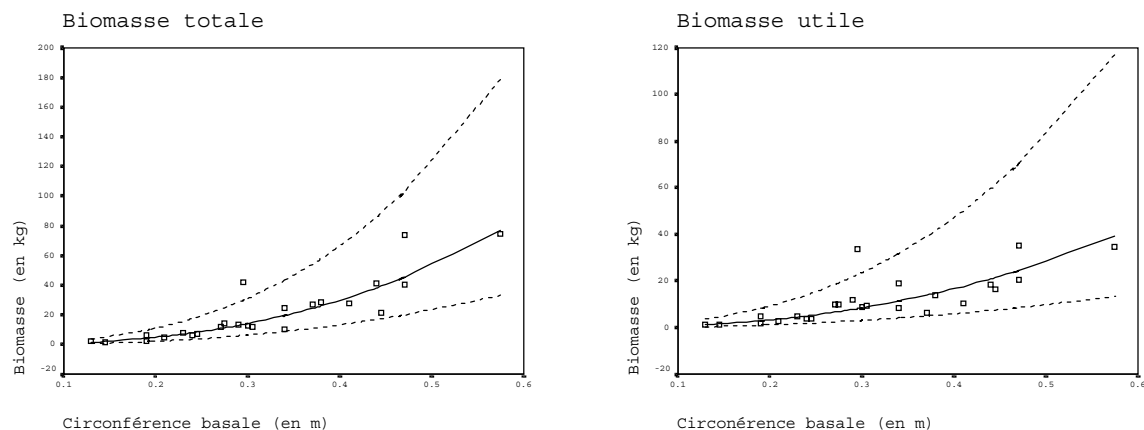
A partir des mesures prises pour chaque arbre, la relation entre biomasse et circonférence est établie à l'aide d'un tableur disposant de fonctions évoluées. Une « courbe de tendance » (fonction « puissance »), de la forme $y = c x^b$ est appliquée à chaque nuage de points construit. Elle correspond à une régression linéaire par la méthode des moindres carrés avec une équation du type $\ln(y) = b \cdot \ln(x) + \ln(c)$. Ce modèle a été préféré à d'autres car il donnait le meilleur coefficient de détermination R^2 . On obtient ainsi pour chaque compartiment (biomasse exportée, biomasse totale) une relation du type :

$$\text{biomasse} = a \times \text{circonférence}^b$$

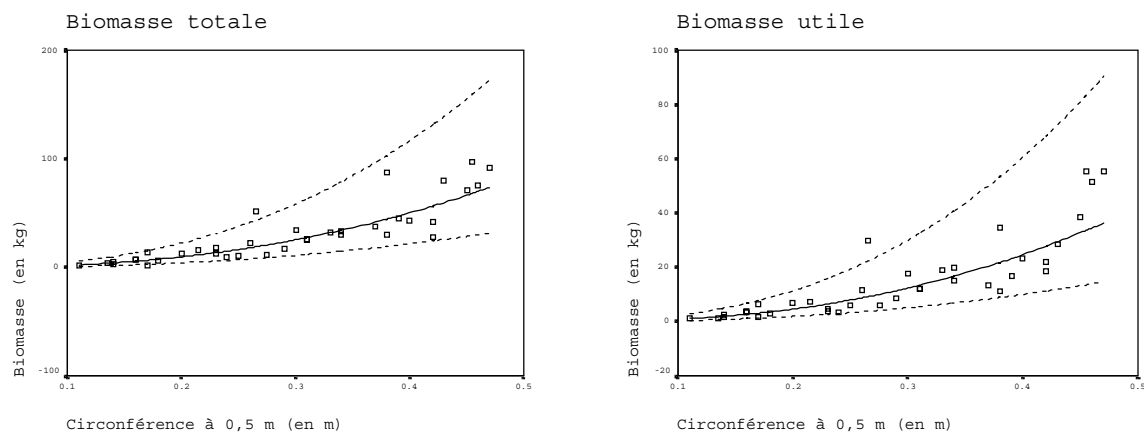
où a et b sont des constantes déterminées pour chaque compartiment. L'équation ainsi obtenue permet, à partir de mesures de circonférences prises sur un arbre, de prédire la masse de bois correspondante.

Résultats

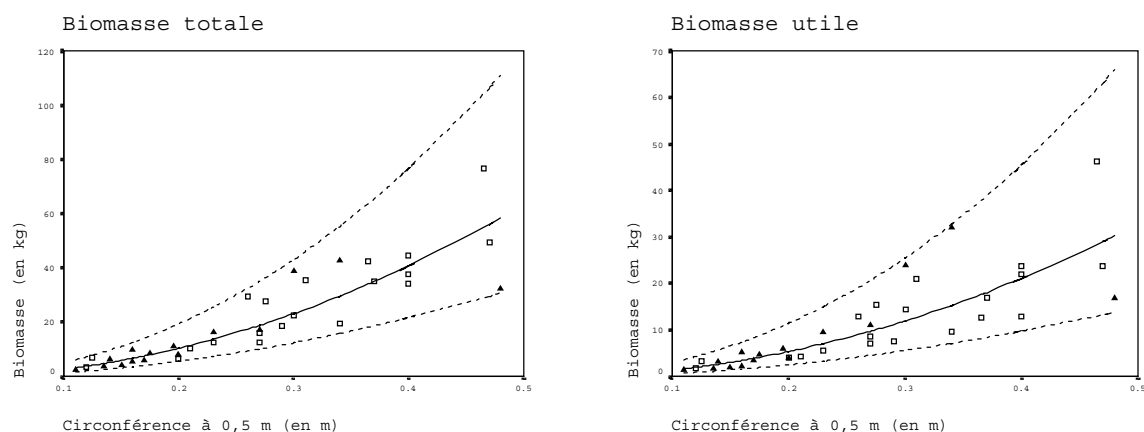
1a. *Anogeissus leiocarpus*



1b. *Acacia senegal*



1c. *Acacia hockii* & *Acacia gerrardii*



Légende. *Trait plein* : courbe de régression ; *trait pointillé* : intervalles de confiance à 95 % ; (figure 1c ▲ : *Acacia hockii* ; □ : *Acacia gerrardii*)

Figure 1. Courbes de régressions pour les quatre espèces.

Tableau I. Les tarifs de biomasse fraîche totale.

Espèce	Entrée	Nombre d'arbres utilisés	Equation	R ²	Moyenne des écarts entre valeurs mesurées et valeurs calculées avec le tarif
<i>Acacia senegal</i>	C _{0,5}	37	$y = 443,929 x^{2,3783}$	0,86	1,4 kg 5 %
<i>Acacia hockii</i> et <i>Acacia gerrardii</i>	C _{0,5}	35	$y = 247,655 x^{1,9684}$	0,89	0,7 kg 3 %
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	C ₀	24	$y = 325,386 x^{2,6132}$	0,88	1,2 kg 6 %

C_i = Circonférence (en m) prise à la hauteur de i mètre ; R² = coefficient de détermination.

Tableau II. Les tarifs de biomasse fraîche utile (ou exportée).

espèce	entrée	nombre d'arbres utilisés	équation	R ²	moyenne des écarts entre valeurs mesurées et valeurs calculées avec le tarif
<i>Acacia senegal</i>	C _{0,5}	37	$y = 223,931 x^{2,4074}$	0,84	1,6 kg 10 %
<i>Acacia hockii</i> et <i>Acacia gerrardii</i>	C _{0,5}	35	$y = 128,612 x^{1,9742}$	0,84	0,7 kg 6 %
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	C ₀	24	$y = 145,625 x^{2,3669}$	0,78	0,8 kg 6 %

C_i = Circonférence (en m) prise à la hauteur de i mètre ; R² = coefficient de détermination

Tableau III. Proportion de biomasse exportée par rapport à la biomasse totale, par espèce.

Espèce	Pourcentage de biomasse exportée par rapport à la biomasse totale
<i>Acacia senegal</i>	50 %
<i>Acacia hockii</i> et <i>Acacia gerrardii</i>	52 %
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	63 %

Discussion

Validité des tarifs obtenus

Les résultats obtenus sont dans l'ensemble satisfaisants, les valeurs des R² (soit le rapport de la variance expliquée par la régression sur la variance totale de l'échantillon) oscillant entre 80 et 90 %. La qualité de la régression est légèrement plus faible pour *Anogeissus*. En effet, le mode d'exploitation en têtard que l'on retrouve sur de nombreux arbres augmente grandement la variabilité de l'architecture de l'arbre (et sa proportion de bois utile). Il convient toutefois de rappeler que la méthode des moindres carrés ici utilisée, si elle est simple, est basée sur un certain nombre d'hypothèses qui ne sont que rarement vérifiées dans la pratique, notamment l'indépendance et la distribution normale des erreurs d'échantillonnage, et la constance de la variance de la population le long du nuage de points (Bouchon, 1974). Or, si un examen des courbes pouvait laisser un doute sur cette dernière condition, dite d'*homoscédasticité*, la méthode de régression ici employée (linéaire sur les logarithmes) permet de lisser l'augmentation prévisible de la variance avec la circonférence : un aperçu des résidus réduits ne montre en effet plus de tendance, les gros individus étant compris dans l'intervalle +2/-2 (figure 2).

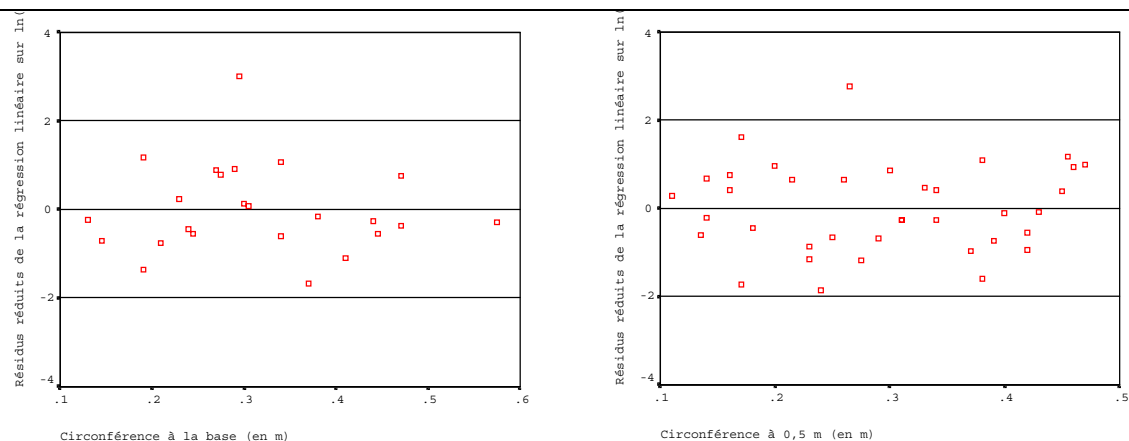


Figure 2. Deux exemples de la dispersion des résidus réduits des régressions.

Si un plus grand nombre de mesures permettrait d'obtenir une meilleure précision, il faut être conscient de la limitation des modèles obtenus. Toutefois, considérant : (i) l'absence quasi-totale de données sur le sujet ; (ii) nos observations (ENGREF, 2000) qui indiquent que l'ensemble de la récolte des villageoises se concentre sur des circonférences comprises entre 10 et 30 cm (bonne qualité de régression sur ces petites valeurs), nous pensons que l'erreur induite par l'utilisation de ces tarifs est suffisamment faible pour pouvoir les employer dans le cadre d'un aménagement forestier villageois.

Les conditions écologiques jouent un grand rôle dans la croissance et l'architecture des arbres. Il faut rappeler que les zones où ont été effectuées les mesures ont une pluviométrie de 800 à 1 100 mm, et sont sur glacis de relief collineux et sols fersiallitiques L'extension de tels tarifs à d'autres conditions pédoclimatiques (par exemple des sols sableux du bassin de la Bénoué) nous semble pour le moment sujette à caution. Les données des *Acacia hockii* et *A. gerrardii* ont été regroupées dès le départ : en effet, les deux arbres ont une telle proximité de morphologie, d'autécologie et d'usages, qu'ils sont souvent confondus par les habitants du canton qui leur donnent la même dénomination mundang de *wapou* (le terme de *waguibguib*, dévolu en principe au *gerrardii*, ne nous ayant pas été cité).

Proportion de biomasse utile

La proportion de biomasse exportée est supérieure à 50 % pour les acacias, et pourrait être augmentée si la pression sur la ressource venait à s'accroître. Elle est de l'ordre de 65 % pour *Anogeissus leiocarpus*. Cette biomasse utile est conditionnée par l'architecture de l'arbre, laquelle dépend notamment de l'espèce et de la circonférence du tronc.

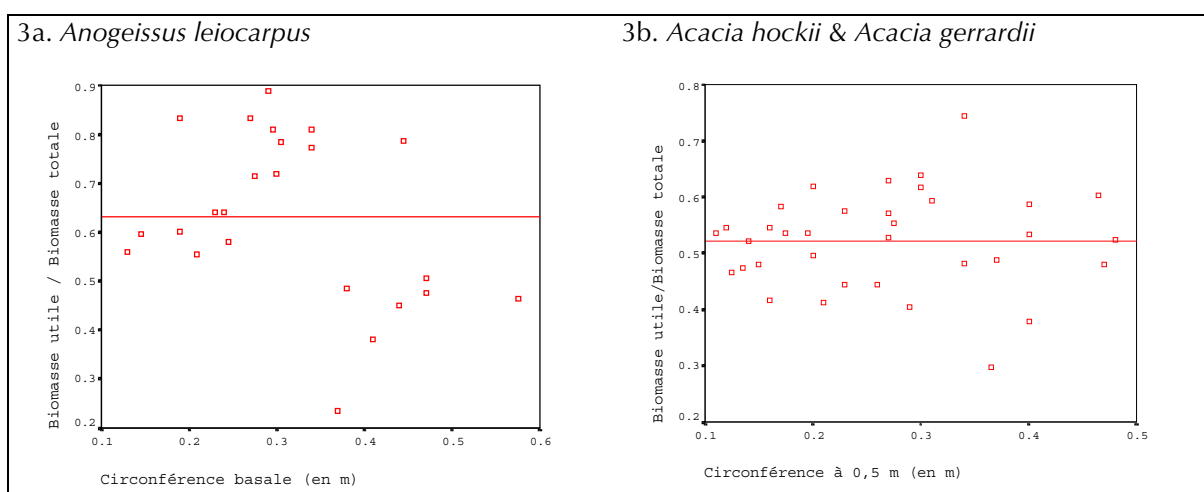


Figure 3. Graphes des rapports biomasse utile/biomasse totale.

Par exemple, la ventilation du rapport biomasse utile-biomasse totale par la circonférence ne permet pas de distinguer de tendance pour les acacias (figure 3b) ; par contre, il y a une tendance nette pour *Anogeissus* (figure 3a) : les arbres d'une circonférence comprise entre 10 et 30 cm sont plus efficacement utilisés que ceux qui sont plus gros.

Trop gros, l'arbre est difficile à fendre ; trop petit il n'est pas récolté. Deux remarques découlent de ces observations. La première est une approbation *a priori* des pratiques de coupe sur l'*Anogeissus*, les femmes récoltant quasi exclusivement dans une gamme de diamètres qui optimise l'efficacité de la récolte. La seconde est que toutes choses égales par ailleurs, le fait de laisser vieillir des peuplements d'*Anogeissus* ne permet pas forcément d'augmenter la disponibilité en bois de feu pour cette espèce, les gros bois n'étant pas récoltés par les femmes, mais cela permet la production de bois de service.

Et la productivité...

Afin de faire un calcul de la productivité, la donnée « âge de l'arbre » a fait l'objet d'une tentative d'estimation sur les acacias, par comptage des cernes sur la souche et par enquête auprès des bûcheronnes. La première méthode donnait des résultats très variables selon les observateurs. La saisonnalité étant marquée sur la zone, des cernes sont bien visibles, mais des microcernes peuvent apparaître si les pluies sont trop espacées en saison humide. La seconde méthode – s'appuyant sur les bûcheronnes – correspondait parfois avec l'estimation par comptage- mais dépendait également fortement de la femme interrogée. Trop aléatoires, ces deux méthodes ont donc dû être abandonnées, ce qui n'a pas permis d'aboutir à la construction d'équations de productivité.

Conclusion et perspectives

Ces travaux de construction de tarifs de biomasse ont tenu compte du contexte local :

- les espèces choisies ont été celles les plus utilisées et les plus représentées localement (respectivement 43,5 % et 56,1 % des densités des brousses de Gadas et de Gazaro) ;
- les pratiques locales d'exploitation, qui intègrent la technique, la disponibilité relative de la ressource (encore relativement abondante), les conditions de transport (la taille des brins influe sur la confection des fagots, leur taille, leur poids, le rendement énergétique de la biomasse rapportée et donc la productivité du transport et de l'ensemble des tâches) ont été prises en compte afin d'estimer la biomasse utilisable, dans les conditions actuelles.

Par exemple, un inventaire des ligneux a été réalisé dans une brousse du nom de Zaguémané que le village de Gazaro souhaiterait à terme instituer en forêt communautaire. Avec une surface de près de 103 ha, un taux de sondage de 3,3 % (33 placettes), et une dimension de pré-comptage de 10 cm de circonférence à 0,5 m, la méthode a permis d'y estimer les biomasses de trois espèces principales.

Tableau VI. Estimation de biomasses sur la brousse de Zaguémané (Gazaro).

Espèce	Estimation de la biomasse totale	Estimation de la biomasse exportable
<i>Acacia hockii</i>	186 T	96 T
<i>Acacia gerrardii</i>	33,5 T	17 T
<i>Acacia senegal</i>	19 T	9 T

Le temps de travail nécessaire à l'établissement d'un tarif (2 à 3 jours pour 2 équipes de 2 personnes) et la simplicité du protocole permettent d'envisager de poursuivre pour d'autres espèces bien représentées dans la région : *Acacia seyal*, *Balanites aegyptiaca*, *Combretum spp.*, voire *Entada africana*. Le jeu de tarifs réalisés permettrait alors d'estimer la plus grosse part de la disponibilité ligneuse utilisée habituellement comme combustible, à condition que des inventaires soient également effectués.

Cette donnée n'est cependant qu'un élément de réponse aux questions posées par l'aménagement d'une forêt. Sur le seul plan de la dynamique temporelle des peuplements forestiers, un des problèmes classiques de la gestion forestière, une fois le champ spatial de travail défini (la forêt, le massif, la région),

est celui de l'adéquation des prélèvements à la capacité de production du capital sur pied, ceci afin de ne pas compromettre les possibilités de récoltes dans le futur. Mais cette évaluation de la productivité, nécessaire à la gestion de la forêt dans la durée, n'est pas aisément réalisable et les données qui y sont relatives sont rares pour les formations de savanes et difficilement extrapolables (Bellefontaine *et al.*, 1997). Des études complémentaires sont donc nécessaires pour pouvoir aider les bûcherons à se faire une idée de la quantité de bois qu'ils peuvent exploiter chaque année dans leur brousse pour satisfaire leurs propres besoins en bois, et pour vendre du bois vers les villes proches, sans altérer le patrimoine de leur communauté.

Cette évaluation de la biomasse par des tarifs n'est donc qu'un premier pas. Les résultats obtenus sont suffisamment probants pour que l'on puisse se baser sur la méthode pour évaluer la biomasse des brousses. Il convient toutefois de réfléchir aux conditions de son extrapolation à d'autres stations écologiques. Surtout, elle doit être utilisée en articulation avec des inventaires de la végétation, et des études rigoureuses des pratiques de récoltes, de consommation et de commercialisation. Ceci afin de mieux cerner les interactions entre les dynamiques du milieu naturel et celles de la société.

Bibliographie

BELLEFONTAINE R., GASTON A., PETRUCCI Y., 1997. Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches. Cahier FAO Conservation 32, Rome, Italie, 316 p.

BOUCHON J., 1974. Les tarifs de cubage. Nancy, France, ENGREF, 57 p.

CIBIEN, 1997. Etude dendrométrique et agro-économique d'un bas-fond forestier à *Acacia nilotica* var. *tomentosa* en vue de son aménagement sylvo-pastoral. La forêt de Korap en zone soudano-sahélienne du Niger Central : une alternative de gestion durable et conservatoire des ressources ligneuses naturelles, dans le cadre de la mise en oeuvre de la Stratégie Energie Domestique. Mémoire d'Ingénieur CNEARC/ENGREF-FRT, Montpellier, France, 132 p.

ENGREF, 2000. Etude de la gestion des ressources ligneuses dans le village de Gadas (Cameroun) – De l'accès libre au bois vers une difficile régulation des prélèvements. Voyage d'étude de la formation Foresterie Rurale et Tropicale, ENGREF – IRAD/PRASAC, Montpellier, France, 50 p.

ENGREF, 2001. Gestion des ligneux dans la région de Gadas (Nord-Cameroun). Voyage d'étude de la formation Foresterie Rurale et Tropicale, ENGREF – IRAD/PRASAC, Montpellier, France, 37 p.

ENGREF, 2002. Travaux préalables à la création de forêts communautaires dans le canton de Boboyo (Nord-Cameroun). Voyage d'étude de la formation foresterie rurale et tropicale, ENGREF – IRAD/PRASAC, Montpellier, France, à paraître.

FISHER R. (éd.), URY W. (éd.), PATTON B., 1982. Comment réussir une négociation. Editions du Seuil, Paris, France, 268 p.

PARDE J., BOUCHON J., 1988. Dendrométrie. Nancy, France, ENGREF, 328 p.

LANLY J.P., 1981. Manuel d'inventaire forestier. Etude FAO Forêts, Rome, Italie, 200 p.

SYLLA M.L., 1987. Etude des méthodes d'inventaire en forêts sèches. Cas de la Faya au Mali. Thèse en Biologie Végétale et Forestière, Université de Nancy I, France, 210 p.